

(12) UK Patent Application (19) GB (11) 2 081 523 A

(21) Application No 8122108

(22) Date of filing

29 Sep 1980

(30) Priority data

(31) 2843451

(32) 6 Dec 1979

(33) Soviet Union (SU)

(43) Date of issue

17 Feb 1982

(51) INT CL³ (AS GIVEN BY

ISA) H02K 3/24

(52) Domestic classification

H2A DE FN

(56) Documents cited by ISA

US A 4164672

SU A 379014

US A 3743867

(58) Field of search by ISA

INT Cl H02K 3/24

INT Cl³ H02K 3/24

GB 35A H2A

AT 21d 8:12

AU 02.2

CA 310.8

German 21d¹ 56/01

US 310-54

(71) Applicant

Vsesojuzny Proektno-
Izyskatelsky I Nauchno-
Issledovatel'sky Institut
"Gidroproekt" Imeni S Ya
Zhuka

(72) Inventors

Pavel Zakharovich Nikitin
Tibor Matveevich Nemeni
Lev Alexeevich Zolotov
Gennady Arsenievich
Bezchastnov
Alexander Igorevich
Nikolsky
Andrei Mikhailovich
Sharashkin
Albert Vasilievich Tjurin

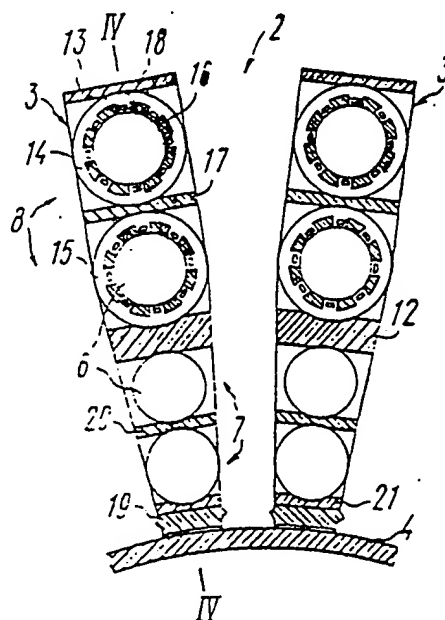
(74) Agents

A A Thornton & Co
Northumberland House
303/306 High Holborn
London WC1V 7LE

(54) Stator of generator

(57) A stator of generator comprising a casing, a magnetic circuit (2) provided with slots (3) and mounted inside the casing, an oil separating cylinder (4) made of a dielectric material and adjoining the internal surface of the casing, the winding of the stator consisting of two semi-windings (7,8) connected in series and composed each of high-voltage elements (6). The high-voltage elements of one of the semi-windings (8), which are situated in the slot area of the stator of the generator, are housed inside insulating sleeves (14) provided on their internal surfaces with hollow projections (15) the gaps between them being filled with a thermohardening compound. The insulating sleeves (14) have, outside the slot area of the stator, a cylindrical

portion and a conical portion reinforced with conducting layers.



GB 2 081 523 A

РСТ

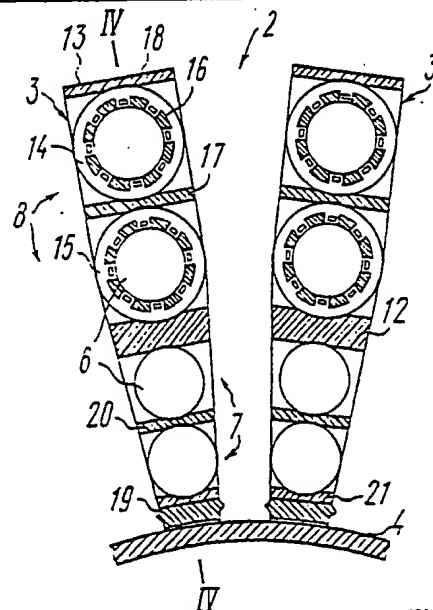
ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюроМЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения: H02K 3/24	A1	(11) Номер международной публикации: WO 81/01775 (43) Дата международной публикации: 25 июня 1981 (25.06.81)
<p>(21) Номер международной заявки: PCT/SU80/00172</p> <p>(22) Дата международной подачи: 29 сентября 1980 (29.09.80)</p> <p>(31) Номер приоритетной заявки: 2843451/24-07</p> <p>(32) Дата приоритета: 6 декабря 1979 (06.12.79)</p> <p>(33) Страна приоритета: SU</p> <p>(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ „ГИДРОПРОЕКТ“ ИМ. С. Я. ЖУКА [SU/SU]; Москва 125080, Волоколамское шоссе, д. 2 (SU) [VSESOYUZNY ORDENA LENINA PROEKTNO-IZYSKATELSKY I NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT „GIDROPROEKT“ IM. S. Ya. ZHUKA, Moscow (SU)].</p> <p>(72) Изобретатели, и</p> <p>(75) Изобретатели/Заявители (только для US): НИКИТИН Павел Захарович [SU/SU]; Москва 117261, ул. Строителей, д. 5, корп. 1, кв. 2 (SU) [NIKITIN, Pavel Zakharovich, Moscow (SU)]. НЭМЕНИ Тибор Матвеевич [SU/SU]; Москва 107392, ул. Хал-</p>		<p>туринская, д. 11, кв. 245 (SU) [NEMENI, Tibor Matveevich, Moscow (SU)]. ЗОЛОТОВ Лев Алексеевич [SU/SU]; Москва 123363, б-р Яна Райниса, д. 9, кв. 55 (SU) [ZOLOTOV, Lev Alekseevich, Moscow (SU)]. БЕЗЧАСТНОВ Геннадий Арсентьевич [SU/SU]; Москва 123367, Полесский пр., д. 4, корп. 2, кв. 33 (SU) [BEZCHASTNOV, Gennady Arsentevich, Moscow (SU)]. НИКОЛЬСКИЙ Александр Игоревич [SU/SU]; Москва 127540, ул. Дубнинская, д. 14, корп. 2, кв. 59 (SU) [NIKOLSKY, Aleksandr Igorevich, Moscow (SU)]. ШАРАШКИН Андрей Михайлович [SU/SU]; Москва 107370, ул. Бойцовая, д. 10, корп. 1, кв. 53 (SU) [SHARASHKIN, Andrei Mikhailovich, Moscow (SU)]. ТЮРИН Альберт Васильевич [SU/SU]; Москва 117342, ул. Бутлерова, д. 16, кв. 54 (SU) [TYURIN, Albert Vasilevich, Moscow (SU)].</p> <p>(74) Агент: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА СССР [SU/SU]; Москва 101012, ул. Куйбышева, д. 5/2 (SU) [USSR CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY, Moscow (SU)].</p> <p>(81) Указанные государства: CH, DE, GB, JP, US</p> <p>Опубликована С отчетом о международном поиске</p>

(54) Title: STATOR OF GENERATOR

(54) Название изобретения: СТАТОР ГЕНЕРАТОРА

(57) Abstract: A stator of generator comprising a casing, a magnetic circuit (2) provided with slots (3) and mounted inside the casing, an oil separating cylinder (4) made of a dielectric material and adjoining the internal surface of the casing, the winding of the stator consisting of two semi-windings (7, 8) connected in series and composed each of high-voltage elements (6). The high-voltage elements of one of the semi-windings (8), which are situated in the slot area of the stator of the generator, are housed inside insulating sleeves (14) provided on their internal surfaces with hollow projections (15) the gaps between them being filled with a thermo-hardening compound. The insulating sleeves (14) have, outside the slot area of the stator, a cylindrical portion and a conical portion reinforced with conducting layers.



(57) Аннотация: Статор генератора содержит корпус, внутри которого размещены магнитопровод (2) с пазами (3), к внутренней поверхности которого прилегает диэлектрический маслоразделительный цилиндр, обмотка, выполненная из двух последовательно соединенных полуобмоток (7, 8), каждая из которых образована высоковольтными элементами (6). Высоковольтные элементы (6) одной полуобмотки (8) в пазовой части статора генератора размещены в изоляционных гильзах (14), имеющих на внутренней поверхности полые выступы (15), между которыми размещен термореактивный компаунд, и выполненных за пределами пазовой части статора из соединенных цилиндрического участка и конусообразной разделки, армированной проводящими слоями.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр,
в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ:

AT	Австрия	LI	Лихтенштейн
AU	Австралия	LU	Люксембург
BR	Бразилия	MC	Монако
CF	Центральноафриканская Республика	MG	Мадагаскар
CG	Конго	MW	Малави
CH	Швейцария	NL	Нидерланды
CM	Камерун	NO	Норвегия
DE	Федеративная Республика Германии	RO	Румыния
DK	Дания	SE	Швеция
FR	Франция	SN	Сенегал
GA	Габон	SU	Советский Союз
GB	Великобритания	TD	Чад
HU	Венгрия	TG	Того
JP	Япония	US	Соединенные Штаты Америки
KP	Корейская Народно-Демократическая Республика		

СТАТОР ГЕНЕРАТОРА

Область техники

Изобретение относится к электромашиностроению, а более конкретно касается статора генератора.

5

Предшествующий уровень техники

Современные тенденции в генераторостроении характеризуются стремлением к увеличению единичных мощностей турбогенераторов, что при современном уровне развития генераторостроения приводит к необходимости выполнения обмотки статора турбогенераторов, рассчитанной на значительные номинальные токи (от 10 до 60 кА).

10

Это приводит при существующих уровнях генераторных напряжений (15-27 кВ) к значительному увеличению размеров стержней обмотки статора и соответственно к увеличению размеров пазов статора. Кроме того, мощные турбогенераторы передают энергию в сеть высокого напряжения через повышающий трансформатор, образующий с турбогенератором единый блок. Использование повышающего трансформатора влечет за собой значительный расход электротехнического материала на изготовление блока и потери электроэнергии в нем (В.В.Титов, Г.М.Хуторецкий, Г.А.Загородная, Г.П.Вартаньян, Д. И. Заславский, И.А.

15

20

25

Смотров "Турбогенераторы. Расчет и конструкция", опубликована в 1967 г., издат. "Энергия" (Ленинград); см. стр.38-45, III-126). Одним из путей повышения генераторного напряжения на обмотке статора является выполнение обмотки статора генератора высоковольтным кабелем.

30

Наиболее близким техническим решением к заявляемому является статор генератора (журнал "Электротехника", № I, издано в 1970 г. Москва, Л.П.Гнедин, Н.Б.Данилевич, К.Н.Масленников, К.Ф.Потехин, В.Ф. Чириков, Н.И.Школьников, А.К.Шадринцев, "Турбогенератор ТВМ-300 с водомасляным охлаждением", см , стр.6-8).

35

Известный статор генератора содержит корпус, внутри которого размещены магнитопровод из шихтованной стали с пазами, диэлектрический маслоразделительный цилиндр, прилегающий к внутренней поверхности магнито-



- 2 -

провода, и обмотка из высоковольтных элементов с бумаж-
номасляной изоляцией, расположенных в пазах и за-
крепленных клиньями. Изоляция всех высоковольтных элемен-
тов обмотки статора генератора рассчитана на полное фаз-
ное напряжение. Значительная часть высоковольтных эле-
ментов обмотки известного статора, ближе расположенных
к точке с нулевым потенциалом, находится под более низ-
ким напряжением, чем полное фазное напряжение, и могла
бы иметь более тонкий слой изоляции. Известная конструк-
ция статора генератора характеризуется большим расходом
изоляции.

Из-за большой толщины изоляции (особенно при на-
пряжении обмотки статора 110 кВ и выше) стержни должны
иметь внутреннее охлаждение, что приводит к необходи-
мости использования большого количества промежуточных
электрических соединений между стержнями в лобовых час-
тях обмотки, что связано с подводом хладагента.

Из-за большой толщины изоляции увеличивается до-
пустимый радиус изгиба стержней обмотки, что приводит
к увеличению габаритов корзинок лобовых частей.

Раскрытие изобретения

В основу изобретения положена задача создания ста-
тора генератора с таким размещением его обмотки в пазе
магнитопровода, которое бы позволило уменьшить расход
изоляции и число электрических соединений лобовых час-
тей обмотки.

Сущность изобретения заключается в том, что в ста-
торе генератора, содержащем корпус, внутри которого раз-
мещены магнитопровод из шихтованной стали с пазами, ди-
электрический маслоразделительный цилиндр, прилегающий
к внутренней поверхности магнитопровода, и обмотка из
высоковольтных элементов, разделенных прокладками, рас-
положенных в пазах и закрепленных клиньями, согласно изоб-
ретению, обмотка выполнена из двух последовательно соеди-
ненных и разделенных маслоразделительной прокладкой полу-
обмоток, высоковольтные элементы одной из которых в пазо-
вой части статора генератора размещены в изоляционных

- 3 -

5 гильзах с расположенными на их внутренних поверхностях полыми выступами, между которыми размещен термореактивный компаунд, при этом часть каждой изоляционной гильзы, выступающая за пределы пазовой части статора генератора, содержит выполненные за одно целое цилиндрический участок и конусообразную разделку заданной величины, армированную проводящими слоями.

Целесообразно проводящие слои выполнять из фольги.

10 Возможно проводящие слои выполнять из металлической сетки.

Допустимо проводящие слои выполнять напылением проводящего материала.

15 Разумно высоковольтные элементы, заключенные в изоляционные гильзы, размещать между дном паза и масло-разделительной прокладкой.

Использование изобретения приводит к существенной экономии электроэнергии за счет удлинения межремонтных периодов, что связано с более надежной работой обмотки статора генератора в его торцевых зонах за счет значи-

20 тельного уменьшения числа лобовых соединений обмотки. Кроме того, значительно уменьшается расход электроизоляционных материалов и габариты торцевых зон статора генератора, что влечет за собой снижение расхода

25 конструкционной стали на корпус статора генератора.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется конкретным примером его выполнения и прилагаемыми чертежами, на которых:

30 фиг.1 изображает продольный разрез статора генератора, согласно изобретению;

фиг.2 - электрическую схему соединения обмотки статора генератора, согласно изобретению;

35 фиг.3 - вид по стр. N на узел M, изображенный на фиг. 1, согласно изобретению;

фиг.4 - разрез по IV-IV фиг.3, согласно изобретению.



- 4 -

Лучший вариант осуществления изобретения

Статор генератора содержит корпус I (фиг. I), внутри которого размещен магнитопровод 2 из шихтованной стали с пазами 3, диэлектрический маслоразделительный цилиндр 4, прилегающий к внутренней поверхности магнитопровода 2, и обмотка 5 из высоковольтных элементов 6, расположенных в пазах 3.

Обмотка 5 (фиг. 2) выполнена трехфазной из двух полуобмоток 7_A, 7_B, 7_C и 8_A, 8_B, 8_C, соединенных последовательно в точках 9, 10, 11. Точки A, B, C являются выводами статора генератора.

На фиг. 3 изображен вид по стрелке N на узел M фиг. I, на котором изображены два соседних паза 3 статора генератора. В каждом пазу 3 размещены четыре пазовых элемента 6 обмотки 5. За элемент 6 обмотки 5 принимается участок обмотки 5, размещенный в пазовой части статора генератора. Полуобмотки 7, 8 разделены маслоразделительной прокладкой 12.

Пазовые элементы 6, расположенные между дном 13 паза 3 и маслоразделительной прокладкой 12, образуют полуобмотку 8 (фиг. 2) и размещены в изоляционных гильзах 14 (фиг. 3) с расположенными на их внутренней поверхности полыми выступами 15. В пространстве, образованном двумя соседними полыми выступами 15, внутренней поверхностью гильзы 14 и поверхностью элемента 6, размещен термореактивный компаунд. Гильзы 14 разделены между собой прокладкой 17, а от дна 13 паза 3 отделены прокладкой 18.

Пазовые элементы 6, расположенные между маслоразделительной прокладкой 12 и клином 19, образуют полуобмотку 7 (фиг. 2) и разделены между собой прокладкой 20 (фиг. 3), а от клина 19 отделены прокладкой 21.

Часть каждой изоляционной гильзы 14 (фиг. 4), выступающая за пределы пазовой части статора генератора, содержит выполненные за одно целое цилиндрический участок 22 и конусообразную разделку 23 заданной

- 5 -

величины, армированную проводящими слоями 24.

Проводящие слои 24 могут быть выполнены из фольги, из металлической сетки или напылением проводящего материала.

5 Для повышения электрической прочности конструкции статора генератора за пределами его пазовой части элементы 6 полуобмоток 7 (фиг.2) и 8 разделены масломразделительным барьером 25 (фиг.4).

10 В рассматриваемом варианте выполнения статора генератора высоковольтные элементы 6 обмотки 5 представляют собой высоковольтные цилиндрические кабели (однослойные или многослойные).

15 Полуобмотки 7 (фиг.2) и 8 включены последовательно, благодаря чему на каждую из них будет приходиться половина фазного напряжения $\frac{V_1}{2}$, что позволяет снизить вдвое толщину изоляции элемента 6 (фиг.3) обмотки.

20 Если витки полуобмотки 7 (фиг.2) относительно точки X с нулевым потенциалом находятся под напряжением в пределах от 0 до $\frac{V_1}{2}$, то витки полуобмотки 8 находятся под напряжением относительно точки X в пределах от $\frac{V_1}{2}$ до V_1 .

25 Так как изоляция полуобмотки 8 рассчитана только на напряжение $\frac{V_1}{2}$, то ее необходимо дополнительно изолировать от поверхности с нулевым потенциалом, для чего элементы 6 (фиг.3) в этой полуобмотке 8 размещаются в пазовой части статора генератора в изоляционных гильзах 14. Проводящие слои 24 (фиг.4) позволяют сформировать слабо неоднородное электрическое поле, что необходимо для
30 устранения возможности электрического перекрытия с поверхности элементов полуобмотки 8, выходящих из конусообразных разделок 23 гильз 14, на наиболее близко расположенные металлические участки статора генератора.

35 Благодаря применению изоляционных гильз 14 отпадает необходимость в наложении корпусной изоляции на все элементы обмотки статора, т.е. получается существенная экономия изоляционного материала.



6 -

Уменьшение толщины изоляции вдвое позволяет ограничиться только наружным охлаждением кабелей. При этом длина путей протекания хладагента резко сокращается. Хладагент протекает по параллельным путям одинаковой длины, равной аксиальной длине генератора, в то время как при внутреннем охлаждении длина пути протекания хладагента примерно равна аксиальной длине генератора, умноженной на число последовательно охлаждаемых участков кабеля, что позволяет резко сократить число мест ввода хладагента, т.е. число лобовых соединений. Так, одна фаза обмотки статора генератора может быть намотана кабелем всего с одним - двумя лобовыми соединениями. Это приводит к существенному упрощению монтажа обмотки статора генератора, поскольку значительный процент трудозатрат приходится на монтаж и пайку лобовых соединений, особенно при высоком напряжении на обмотке статора генератора, когда каждое лобовое соединение представляет собой соединительную муфту. Кроме того, существенно повышается надежность работы генератора, так как наиболее вероятны повреждения в местах пайки.

Изобретение позволяет снизить стоимость изготовления статоров, уменьшить материалоемкость при их изготовлении и повысить надежность генераторов.

Промышленная применимость

Изобретение может быть использовано при изготовлении мощных генераторов, в том числе турбогенераторов для тепловых и атомных электростанций.



— 7 —

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 I. Статор генератора, содержащий корпус, внутри которого размещены магнитопровод из шихтованной стали с пазами, диэлектрический маслоразделительный цилиндр, прилегающий к внутренней поверхности магнитопровода, и обмотка из высоковольтных элементов, разделенных прокладками, расположенных в пазах магнитопровода и закрепленных клиньями, отличающийся тем, что обмотка выполнена из двух последовательно соединенных и разделенных маслоразделительной прокладкой (12) полуобмоток (7,8), высоковольтные элементы (6) одной из которых в пазовой части статора генератора размещены в изоляционных гильзах (14) с расположенными на их внутренних поверхностях полыми выступами (15), между которыми размещен термореактивный компаунд, при этом часть каждой изоляционной гильзы (14), выступающая за пределы пазовой части статора генератора, содержит выполненные за одно целое цилиндрический участок (22) и конусообразную разделку (23) заданной величины, армированную проводящими слоями (24).

2. Статор генератора по п. I, отличающийся тем, что проводящие слои (24) выполнены из фольги.

25 3. Статор генератора по п. I, отличающийся тем, что проводящие слои (24) выполнены из металлической сетки.

4. Статор генератора по п. I, отличающийся тем, что проводящие слои (24) выполнены напылением проводящего материала.

30 5. Статор генератора по любому сочетанию п. п. I-4, отличающийся тем, что высоковольтные элементы (6) в изоляционных гильзах (14) размещены между дном (15) паза (5) и маслоразделительной прокладкой (12).



— 8 —

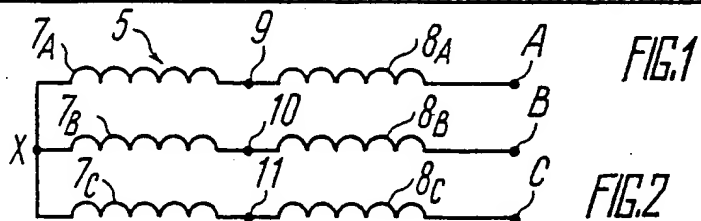
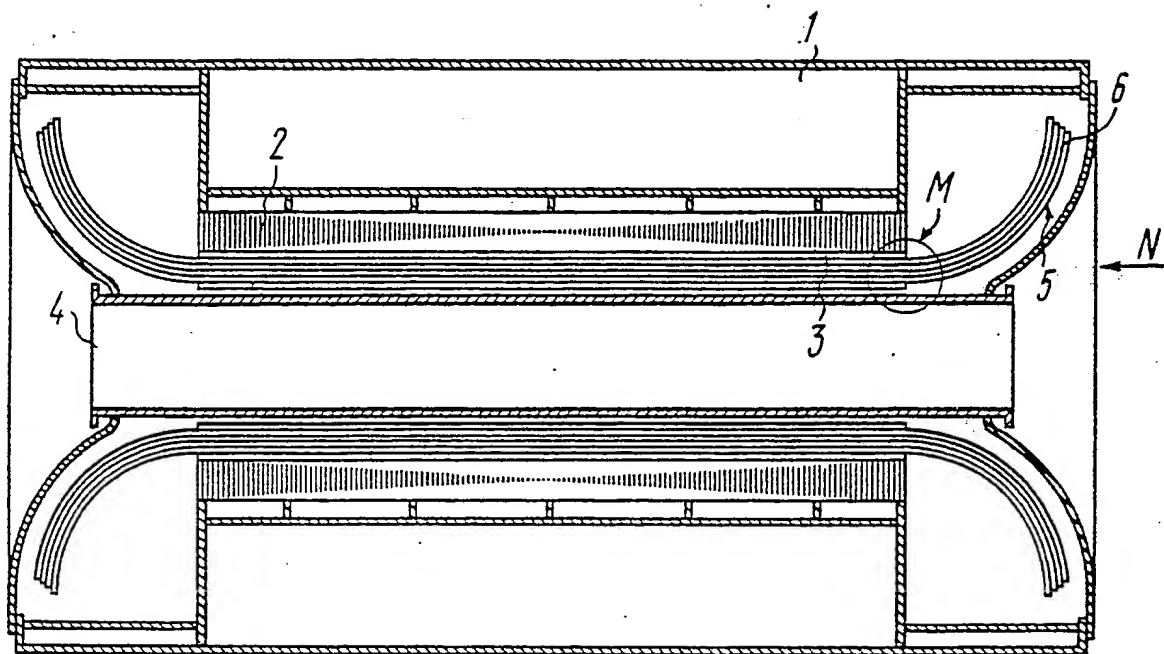
СТАТОР ГЕНЕРАТОРА

АННОТАЦИЯ

Статор генератора содержит корпус, внутри которого размещены магнитопровод (2) с пазами (3), к внутренней поверхности которого прилегает диэлектрический маслоразделительный цилиндр (4), обмотка, выполненная из двух последовательно соединенных полуобмоток (7,8), каждая из которых образована высоковольтными элементами (6). Высоковольтные элементы (6) одной полуобмотки (8) в пазовой части статора генератора размещены в изоляционных гильзах (I4), имеющих на внутренней поверхности полые выступы (I5), между которыми размещен термореактивный компаунд, и выполненных за пределами пазовой части статора из соединенных цилиндрического участка и конусообразной разделки, армированной проводящими слоями.



1
2



ПРОДОЛЖЕНИЕ ТЕКСТА, НЕ ПОМЕСТИВШЕГОСЯ НА ВТОРОМ ЛИСТЕ

II GB - 35A; H2A
 AT - 21d 8 ÷ 12
 AU - 02.2
 CA - 310.8

V. ☐ ЗАМЕЧАНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ПУНКТОВ ФОРМУЛЫ, НЕ ПОДЛЕЖАЩИХ ПОИСКУ¹⁰

Настоящий отчет о международном поиске не охватывает некоторых пунктов формулы в соответствии со статьей 17(2)(a) по следующим причинам:

1. ☐ Пункты формулы №№, т. к. они относятся к объектам, по которым настоящий Орган не проводит поиск.

2. ☐ Пункты формулы №№, т. к. они относятся к частям международной заявки, настолько не соответствующим предписанным требованиям, что по ним нельзя провести полноценный поиск, а именно:

VI. ☐ ЗАМЕЧАНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ОТСУТСТВИЯ ЕДИНСТВА ИЗОБРЕТЕНИЯ¹¹

В настоящей международной заявке Международный поисковый орган выявил несколько изобретений:

1. ☐ Т. к. все необходимые дополнительные пошлины (тарифы) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает все пункты формулы изобретения, по которым можно провести поиск.

2. ☐ Т. к. не все необходимые дополнительные пошлины (тарифы) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает лишь те пункты формулы изобретения, за которые были уплачены пошлины (тарифы), а именно:

3. ☐ Необходимые дополнительные пошлины (тарифы) не были уплачены своевременно. Следовательно, настоящий отчет о международном поиске ограничивается изобретением, упомянутым первым в формуле изобретения; оно охвачено пунктами:

Замечания по возражению

☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск сопровождалась возражением заявителя

☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск не сопровождалась возражением заявителя

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. **PCT/SU80/00172**

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC ³ <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">H 02 K 3/24</div>														
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">Minimum Documentation Searched ⁴</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%; text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Classification System</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> IPC IPC² German US </td> <td style="padding: 5px;"> HO2k 3/24 HO2k 3/24 21d² 56/OI 310-54 </td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵</div>			Classification System	Classification Symbols	IPC IPC ² German US	HO2k 3/24 HO2k 3/24 21d ² 56/OI 310-54								
Classification System	Classification Symbols													
IPC IPC ² German US	HO2k 3/24 HO2k 3/24 21d ² 56/OI 310-54													
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Category *</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷</th> <th style="width: 15%; text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Relevant to Claim No. ¹⁸</th> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">US, A4164672 published on 14 August 1979, Electric Power Research Institute</td> <td style="vertical-align: top; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">1-5</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">SU, A, 379014, published on 26 July 1973, see column 2, lines 6-9, E.K.Zubov et al.</td> <td style="vertical-align: top; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">1-5</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 3743867, published on 3 July 1973, Massachusetts Institute of Technology</td> <td style="vertical-align: top; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">1-5</td> </tr> </table>			Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸	X	US, A4164672 published on 14 August 1979, Electric Power Research Institute	1-5	X	SU, A, 379014, published on 26 July 1973, see column 2, lines 6-9, E.K.Zubov et al.	1-5	A	US, A, 3743867, published on 3 July 1973, Massachusetts Institute of Technology	1-5
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸												
X	US, A4164672 published on 14 August 1979, Electric Power Research Institute	1-5												
X	SU, A, 379014, published on 26 July 1973, see column 2, lines 6-9, E.K.Zubov et al.	1-5												
A	US, A, 3743867, published on 3 July 1973, Massachusetts Institute of Technology	1-5												
<div style="font-size: small;"> * Special categories of cited documents: ¹⁵ <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed "T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance </td> </tr> </table> </div>			"A" document defining the general state of the art "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed "T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance										
"A" document defining the general state of the art "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed "T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance													
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search ¹ <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">3 November 1980 (03.11.80)</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report ² <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">7 January 1981 (07.01.81)</div> </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> International Searching Authority ¹ <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">USSR.State Committee for Inventions and Discoveries</div> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer ²⁰ </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search ¹ <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">3 November 1980 (03.11.80)</div>	Date of Mailing of this International Search Report ² <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">7 January 1981 (07.01.81)</div>	International Searching Authority ¹ <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">USSR.State Committee for Inventions and Discoveries</div>	Signature of Authorized Officer ²⁰								
Date of the Actual Completion of the International Search ¹ <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">3 November 1980 (03.11.80)</div>	Date of Mailing of this International Search Report ² <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">7 January 1981 (07.01.81)</div>													
International Searching Authority ¹ <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">USSR.State Committee for Inventions and Discoveries</div>	Signature of Authorized Officer ²⁰													

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

II

GB - 35A; H2A
 AT - 21d 8 : 12
 AU - 02.2
 CA - 310.8

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹⁰

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers _____, because they relate to subject matter ¹² not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers _____, because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out ¹³, specifically:

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ¹¹

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.

2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:

3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

THIS PAGE BLANK (USPTO)